

4 - 1 代替物質

水系塗料、水性塗料

溶媒として水を主成分に使うことで、VOCの含有率を下げた塗料である。

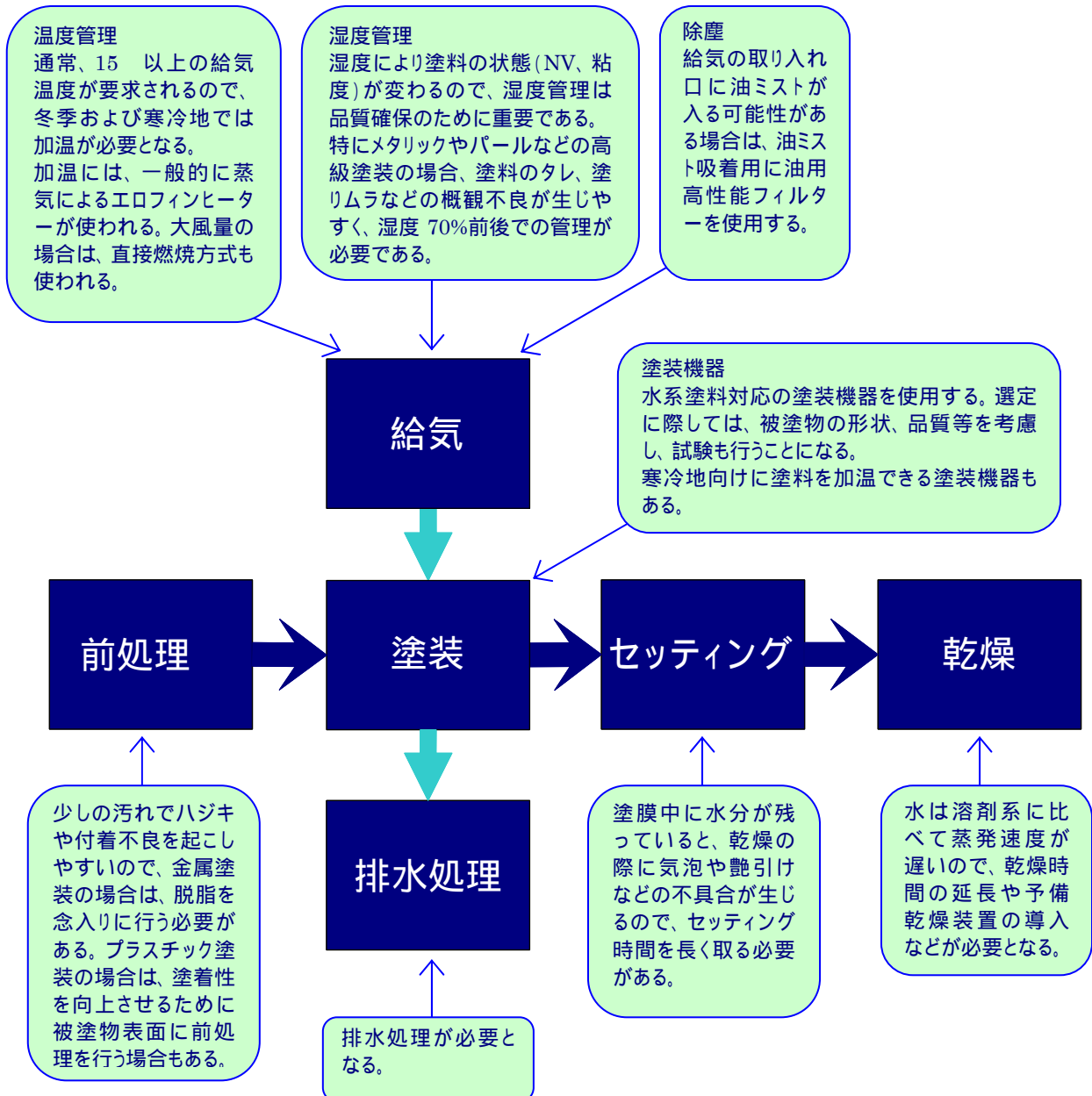
原理

通常、塗料に使う溶媒は有機溶剤であるが、この塗料は水を溶媒に使った塗料である。塗装の際には水系、水性塗料対応の機器を使用する。

装置構成と処理プロセス

塗装方式としてもっとも多く実施されているスプレー塗装の場合について、以下に記す。スプレーガンは水系塗装専用ものを使うことが望ましい。また塗装ブースは防錆のためにステンレス製のものを使うことになる。

さらに、通常の溶剤系塗装の場合とは異なり、温度・湿度管理のために、給気装置が必要となる。また排水処理も必要となる。



VOC 排出抑制効果

溶剤型塗料に比べて、6～9割のVOCを削減できる。
常温での乾燥性（造膜性）を得るために、微量のVOCを含有する場合がある。

特徴

長所	<ul style="list-style-type: none">・ 臭気が少ない。・ 被塗物が湿っていても、塗装が可能である。・ 多色塗装に適用可能である。
短所	<p>【屋内塗装、屋外塗装共通】</p> <ul style="list-style-type: none">・ 塗装用具の洗浄水や残塗料などの排水処理が必要になる。 <p>【屋内塗装】</p> <ul style="list-style-type: none">・ 塗装時および塗料保管時に温度・湿度の管理が必要となる。・ 水が溶媒なので、ワキなどの塗膜不良を生じやすい。・ 乾燥性が悪いので、タレ、スケなどの塗膜不良を生じやすい。・ 表面張力が大きいので、少しの汚れでもハジキや付着不良を起こしやすい。そのため脱脂が必要になる場合がある。 <p>【屋外塗装】</p> <ul style="list-style-type: none">・ 梅雨時期などの高湿度時や寒冷地区では、乾燥性、塗膜品質が低下する。・ 溶剤型塗料に比べて塗装作業性が劣るので、仕上がり概観が低下しやすい。

設置条件と導入状況

装置サイズ：	現状設備のスペースに加えて、数 m ² ～数十 m ² 以上のスペースが必要（純水装置、廃液分離処理装置等の設置用として）。
導入コスト：	約 1,500 万円（温度・湿度の管理対策まで含めると、3,000～4,000 万円）という事例がある（次ページ参照）。
ユーティリティ：	電力等
導入状況：	中小規模以上の企業で導入されている。 【屋内塗装】自動車（新車）の本体および部品を中心として、水系塗料による金属塗装が行われている。プラスチック塗装でも一部の企業で水系塗装が行われている。 【屋外塗装】周辺環境への臭気に対する配慮から、特に塗り替えの際には水性塗装が実施されている。しかし、船舶や構造物のように、鉄素材が使われる分野では、防食性が要求されるため、水性塗料の普及には課題がある。

取扱上の留意事項・メンテナンス

- ・ 上記のように、排水処理が必要となる。また塗装時および塗料保管時の温度・湿度管理が必要となる。
- ・ 屋外塗装の場合、塗装環境の湿度、温度等の制限がある。

参考文献

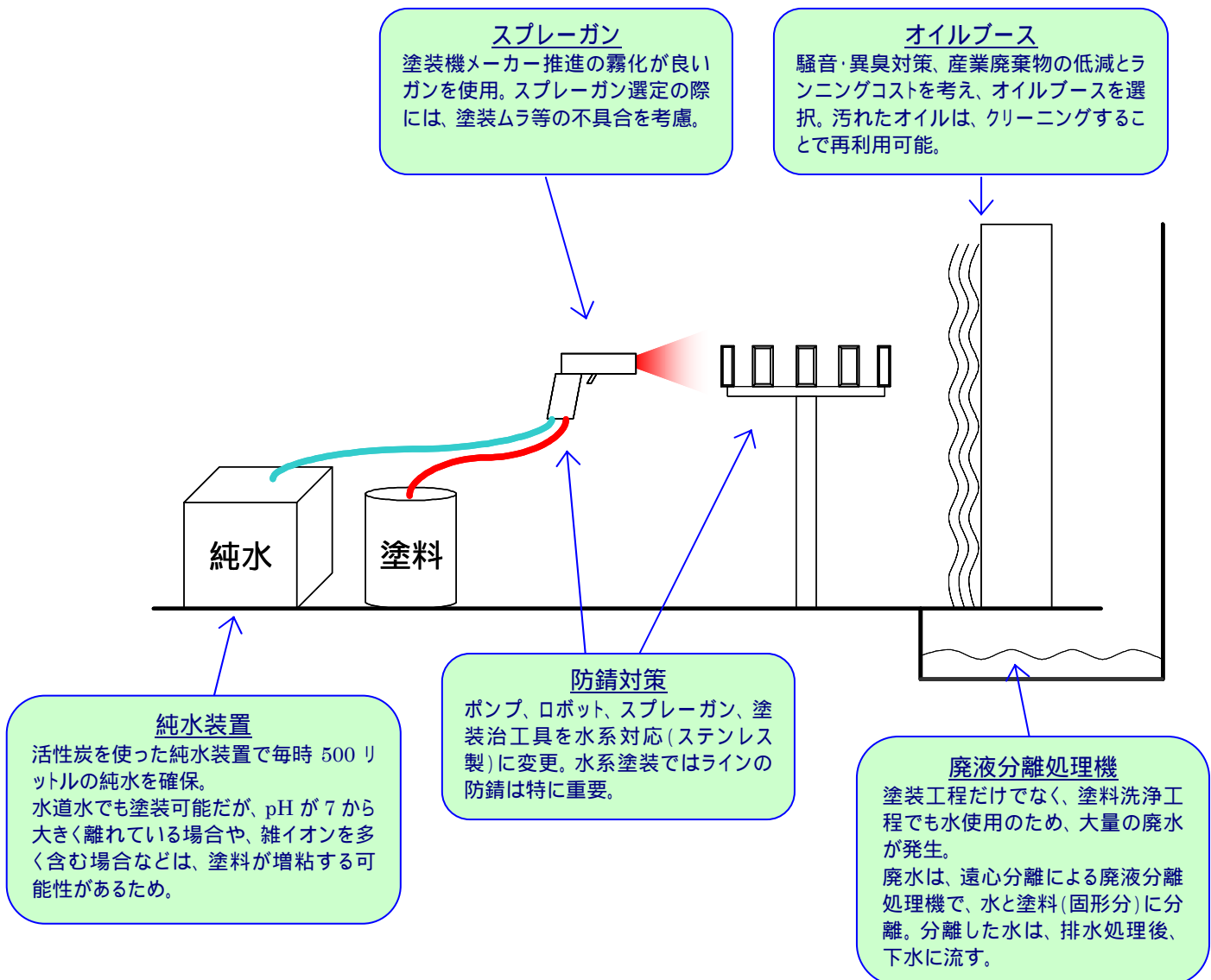
- 1) 塗装技術, 2006 年 8 月号, p.100 .
- 2) 表面技術, 56(10), p.38 (2005) .
- 3) 塗社団法人日本塗料工業会「技術レポート」VOC 排出抑制に向けた塗料・塗装の先行技術調査 第 2 報」（平成 18 年 3 月）。
- 4) 塗装事業者へのヒアリング .

導入事例

〔概要〕

対象工程	プラスチック樹脂の塗装(屋内塗装)
事業内容	弱电製品の精密塗装
従業員数	約 40 名
導入の動機	発注元からの要請。
検討プロセス	塗料メーカー・塗装機メーカーと協力しながら検討。
導入のメリット	<ul style="list-style-type: none"> 水系塗料は溶剤系とは異なり、樹脂素材を侵さないため、ソルベントアタックによるクラック、クレージングなどの問題を起こしにくい。 塗料を取り扱う作業者の有機溶剤の暴露量が低減。 塗料に引火性がないため、安全性確保につながる。
初期投資額	約 1,500 万円。 温度・湿度の管理対策まで含めると、3,000～4,000 万円。

〔処理プロセス〕



〔導入における課題と解決策〕

1液タイプの場合

課題	解決策
塗料の安定性の確保が必要である（ゲル化、増粘化など）。	⇒ 室温 10～30 の冷暗場所で保管する。 購入を小口にする。
ハジキなどの不具合が生じやすい。 雨期には白化が生じやすい。	⇒ 塗装室での温度・湿度をコントロールする。 ⇒ 塗装前に素材を IPA あるいはヘキサン等で脱脂する。
ワキ（発泡）が発生しやすい。	⇒ 塗料の攪拌時、流動時に泡立たせないように工程管理を行う。
溶剤系塗料に比べて霧化しにくく、霧化圧を高めると、パールやメタリックの場合、塗装ムラが生じやすい。	⇒ 携帯電話の塗装用に開発された低圧霧化・少吐出量タイプのパールガンで試験塗装を行い、最適な塗装条件を設定する。

2液タイプの場合

課題	解決策
塗料ポットライフが短い（約 30～40 分しかない）。	⇒ 生産数に応じたロット単位で、こまめに塗料を調合する。 ⇒ 塗料調合・塗装・洗浄のタイミングについて、工程すべての時間シミュレーションを作成することで、塗料の無駄・生産ロスのない工程を確立する。
水の配合比が非常に微妙で、高粘度になりやすい。	⇒ 塗料ポンプ、スプレーガン、塗料ろ過、攪拌方法を改善する。
攪拌の程度で粘度挙動が異なる。	⇒ 塗料供給時から攪拌を継続的に行う。ただし、極端に激しく攪拌すると、容器壁面で塗料が付着・製膜してしまい、ブツ不良などの原因となるので注意する。
溶剤系塗料に比べて霧化しにくく、霧化圧を高めると、パールやメタリックの場合、塗装ムラが生じやすい。	⇒ 携帯電話の塗装用に開発された低圧霧化・少吐出量タイプのパールガンで試験塗装を行い、最適な塗装条件を設定する。

出典

- 1) 塗装技術, 44(10), p.66 (2005.10) .
- 2) ホームページ情報 : www.sunac.co.jp/~coating/rupo/pdf/243.pdf
- 3) 実施事業者へのヒアリング .

4 - 2 代替物質 粉体塗料

VOC 成分をまったく含まない粉状の塗料で塗装する方法である。特に金属塗装を単色で大量生産する場合に適しているが、色替えのある場合にも導入されている。

原理

粉体塗料は粉末状の塗料で、有機溶剤を含まず、固形分のみの塗料である。

塗料の回収・再利用が可能であることや高度な塗装テクニックを必要としないというメリットがある。

装置と処理プロセス

導入に際しては、専用のスプレーガン、帯電装置、粉体専用ブース、回収機（あるいは集塵機）などが必要となる。また色替えのある場合は、色替え装置が必要になる。

塗装の際には、まず粉体塗料を浮遊させ、それを空気、静電気等の力で被塗物に塗着させる。塗着した塗料は、加熱溶融して塗膜にする。

被塗物に塗着しなかった塗料は、回収して、再利用することが可能である。回収するための回収装置も販売されている。

VOC 排出抑制効果

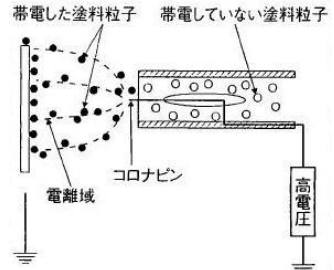
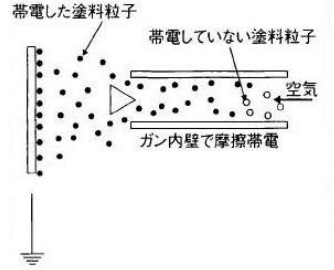
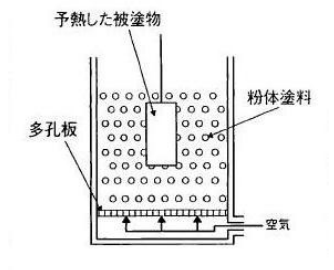
粉体塗料からの VOC 排出はない。

特徴

長所	<ul style="list-style-type: none"> ・ 被塗物に塗着しなかった塗料を回収して、再利用することができる。 ・ 高度な塗装テクニックが不要である。 ・ ワキ、タレ、流れが生じない。 ・ 溶剤臭が出ない。 ・ 厚塗りができるので生産効率が高い（静電塗装法では1度で 30～100 μm、流動浸漬法では1度に 200～1,000 μm）。 ・ 塗膜が厚いので、耐食性を要するものには適している。
短所	<ul style="list-style-type: none"> ・ 小口塗装や短納期対応が困難である。 ・ 現場での調色ができない。 ・ 焼付け温度が高いため、エネルギー消費量が大きくなる。またプラスチック塗装には向かない。 ・ 色替えに手間、時間がかかる（最新のブースでは、数分単位に短縮できるシステムもあるようである）。 ・ 薄塗り、平滑化が困難である。溶剤系に比べて、仕上がり感が低下する。 ・ 安全衛生上、粉塵対策が必要である。 ・ 新規の専用設備が必要である。

技術の種類

粉体塗料の下記の塗装方法は、被塗物の形状や要求品質によって使い分けられる。

	静電塗装法 コロナ方式	静電塗装法 摩擦(トリボ)帯電方式	流動浸漬塗装法
方式	 <p>静電ガンと被塗物の間でコロナ放電させて粉体塗料を帯電させ、電界および空気流で粉体塗料を被塗物に運ぶ方式である。</p>	 <p>ガン内壁を通過する際の摩擦によって粉体塗料を帯電させ、被塗物に付着させる方式である。</p>	 <p>流動浸漬槽の下部から空気を吹き込んで、粉体塗料を流動させ、予め加熱しておいた被塗物を浸漬し、被塗物表面に粉体塗料を融着させる方式である。</p>
長所	塗料の選択性に比較的制限がない。	複雑な形状でも比較的均一で良好な塗装ができる。	200～1,000 μm 程度の厚膜塗装が容易にできる。 流動槽の設備が安価である。
短所	凸凹の大きな場合は、凸部の周りが厚膜になりやすい傾向にあるが、近年、改善されつつある。	塗料のタイプ・湿度・回収塗料などで帯電率が変化することがある。	薄膜塗装ができない。 被塗物の形状や大きさ・板厚保などが制限される。
用途	最も多く使用されている方式である。 平板などの凹凸の小さな被塗物に適している。	複雑な形状への塗装や塗膜高外観が要求される塗装に適している。	厚膜塗りが可能なので、例えば水道用部品など厳しい耐食性、耐薬品性や衝撃性が要求される用途に適している。

(出典：日本塗料協会「塗料と塗装 基礎知識」(2004)、塗装技術、2006年1月号、pp.81 など)

設置条件と導入状況

装置サイズ：	数 m ² 以上
導入コスト：	1 千万円程度以上
ユーティリティ：	電力
導入状況：	中小規模以上の企業で導入されている。

取扱上の留意事項・メンテナンス

導入に際しては、品質面、作業効率面、安全衛生面等でのチェックが必要となる。

また、粉体塗料は容易に燃焼するため、高濃度の場合は、粉塵爆発が生じる可能性がある。爆発等の防止のため、最近の装置にはバグフィルターなどの集塵機のアース、塗装機の接触時の安全装置などが整備されている。それ以外の防止対策としては、被塗物の落下や被塗物同士の接触でスパークが生じないように被塗物の吊り方を工夫することや、爆発原因である塗料を堆積させないこと、静電気や放電を生じさせないことなどが挙げられる。

参考文献

- 1) 日本塗料工業会・日本塗装機械工業会「ISO14001 認証取得・継続のための塗装ハンドブック」(2001年5月)。
- 2) 日本塗装機械工業会技術部会「VOC法規制の具体的影響と自主取り組みの概要」第6回塗装技術シンポジウム資料。
- 3) 日本塗料協会「塗料と塗装 基礎知識」(2004)。
- 4) 塗装技術、2006年9月号、pp.121。
- 5) 塗装技術、2006年1月号、pp.81。
- 6) メーカーへのヒアリング。

4 - 3 代替物質

ハイソリッド塗料

通常の溶剤系塗料よりも不揮発成分の含有率を多くした塗料である。

原理

ハイソリッド塗料は、通常の塗料よりも不揮発分の含有割合が高い塗料である。

粘度を下げるために、分子量の低い樹脂を使うことによって、粘度調整に必要な VOC 量を少なくしている。

塗装時点で、固形分の含有率はおおよそ 70%以上である。

装置と処理プロセス

ハイソリッド塗料による塗装は、基本的に従来の塗装設備と同様で、設備を大幅に変更しなくても使用できる。

VOC 排出抑制効果

ハイソリッド塗料は、従来の溶剤系塗料に比べて、VOC 排出の 2 割～5 割程度を削減することができる。

特徴

長所	<p>【屋内用】</p> <ul style="list-style-type: none">・ 既存設備を大幅に変更することなく利用できる。・ 艶感の向上が可能（乾燥炉での体積収縮が少ないため）。・ 一度に厚膜で塗装できる（隠蔽性に優れる）。・ 性能、作業性は溶剤型塗料と同等である。 <p>【屋外用】</p> <ul style="list-style-type: none">・ 他の代替塗料に比べて、塗膜性能の低下が少ない。・ 一度に厚膜に塗装できる。
----	--

短所	<p>【屋内用】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 塗料が敏感でハジキ易い。ハジキ防止剤を添加する。 ・ タレ易い。タレ止め剤を添加する。 ・ 色替えの際、塗料の固形分濃度が高い分、塗料（固形分）のロスが多くなりやすい。 ・ 粘度が若干高いので、洗浄性が悪く、洗浄シンナーの使用量が増加する場合がある。 ・ 粘度が若干高いので、微粒化が悪く、きれいな塗膜肌を得るのが難しい。 <p>【屋外用】</p> <ul style="list-style-type: none"> ・ 溶剤型塗料に比べると、塗装作業性がやや劣る。 ・ ポットライフ¹が低下する。
----	--

¹ ポットライフとは、塗料混合後、塗装に使用可能な時間。

設置条件と導入状況

塗装設備はおおむね通常の溶剤系塗料と同様である。

装置サイズ：	(溶剤系塗料用の設備のまま導入可能である。)
導入コスト：	(溶剤系塗料用の設備のまま導入可能である。)
ユーティリティ：	(溶剤系塗料用の場合と同じである。)
導入状況：	中小規模以上の企業で導入されている。

取扱上の留意事項・メンテナンス

- ・ 粘度を下げるためにシンナーを追加しすぎないように注意する。
- ・ 樹脂が低分子なので、タレ易く、ハジキ易いので、タレ止め剤、ハジキ防止剤が必要となる。

参考文献

- 1) 日本塗料工業会・日本塗装機械工業会「ISO14001 認証取得・継続のための塗装ハンドブック」(2001年5月)。
- 2) 社団法人日本塗料工業会「技術レポート」VOC 排出抑制に向けた塗料・塗装の先行技術調査 第2報(平成18年3月)。
- 3) 日本塗装機械工業会技術部会「VOC法規制の具体的影響と自主取り組みの概要」第6回塗装技術シンポジウム資料。

4 - 4 代替物質

UV硬化型塗料

VOC を含まない塗料であるとともに省スペースなどの生産性向上、高硬度、耐摩耗性等の機能もある。

原理

紫外線（UV）を照射すると化学反応を起こし、極めて短時間に硬化する樹脂（紫外線硬化樹脂）を用いた塗料である。

紫外線硬化樹脂は、分子内に二重結合を有しており、光重合開始剤存在下において 200 ~ 400nm の波長の紫外線照射より硬化反応が起こる。この光化学反応は光開始剤または光増感剤が特有の波長光を吸収、励起してラジカルを発生し、樹脂中の二重結合の調合開始を促進する。

装置と処理プロセス

秒単位の短時間で硬化するので生産性が著しく向上し、プレコート金属、木材やテープ、紙などの大量生産塗装に向いている。

紫外線硬化樹脂の硬化方式は、光開始剤の活性種の種類によって次の 3 種類に分類できる。

反応形式	特徴
ラジカル反応	速硬化、多種原料、設計幅が広い、安価、酸素重合阻害有
カチオン反応	酸素重合阻害小、高価、原料が少ない
チオール・エン反応	酸素重合阻害小、高価、臭気大

現在は、ラジカル重合形が主流であるが、カチオン重合形も一部では特殊用途に採用されている。

紫外線硬化樹脂の種類としては、不飽和ポリエステル樹脂、各種アクリレート樹脂が種々の光開始剤と組合せられて使用されている。

VOC 排出抑制効果

使用時に溶剤を使用する場合もあるが、ほとんど揮発せずに化学反応を起して塗膜を構成する。

特徴

長所	<ul style="list-style-type: none">乾燥（硬化）時間が極めて速い硬化に必要なエネルギーが少ない溶剤形から無溶剤形まで可能組合せによる性能幅が広い塗膜は柔から硬まで可能
短所	<ul style="list-style-type: none">紫外線の当たらない部分は硬化しないエナメルタイプは困難（カチオン重合形は除く）硬化による収縮歪大塗膜表面の酸素硬化阻害がある（カチオン重合形は除く）

技術の種類

種類	特徴	用途
不飽和ポリエステル/スチレンモノマー	比較的安価 発泡し易い	フローリング、サンダーストップ板等のフィラーや中塗
不飽和ポリエステル/アクリレートモノマー	やや高価 耐発泡性有	フローリング、合板、家具部材等のフィラーや中塗
エポキシアクリレート/アクリレートモノマー	塗膜強靱 接着性良 硬化速度速	フローリング、合板、家具部材等のフィラーや中塗
ウレタンアクリレート/アクリレートモノマー	塗膜硬度高 硬化速度高 耐光性良	ハードコート、フローリング、家具等の仕上げ塗料
ポリエステルアクリレート/アクリレートモノマー	やや安価 低粘度	一般木工の中塗や上塗
ポリエーテルアクリレート/アクリレートモノマー	塗膜軟質 やや安価 低粘度	軟質塗膜用途

設置条件と導入状況

装置サイズ：	数 m ² 以上
導入コスト：	百万円程度以上（UV 照射装置）
ユーティリティ：	電力
導入状況：	中小規模以上の企業で導入されている。

取扱上の留意事項・メンテナンス

- 紫外線を当てにくい複雑な形状の製品の塗装には向かないとされてきたが、最近では椅子などの立体形状を持つ製品への適用も可能になってきた。
- 紫外線を規定量照射しなければならないが、紫外線ランプの経時能力低下があるので、常に紫外線量を把握しておく必要がある。

参考文献

- 1) 社団法人日本塗料工業会「工場塗装ラインにおける塗装・塗料管理ハンドブック」平成 14 年 11 月。

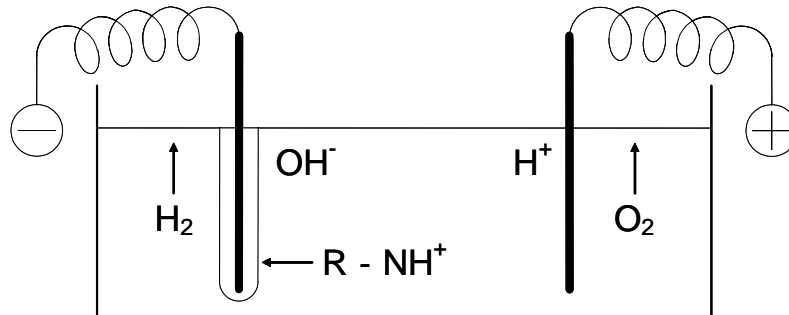
4 - 5 代替物質 電着塗料

電気めっきと同様の塗装方法であり、塗料は溶剤をほとんど含まない水系である。下地の塗装に使われていることが多い。

原理

電気めっきと同様に、被塗物を塗料溶液中に浸漬し、直流電流を印加するところによって、被塗物表面に塗料を析出させる塗装方法である。

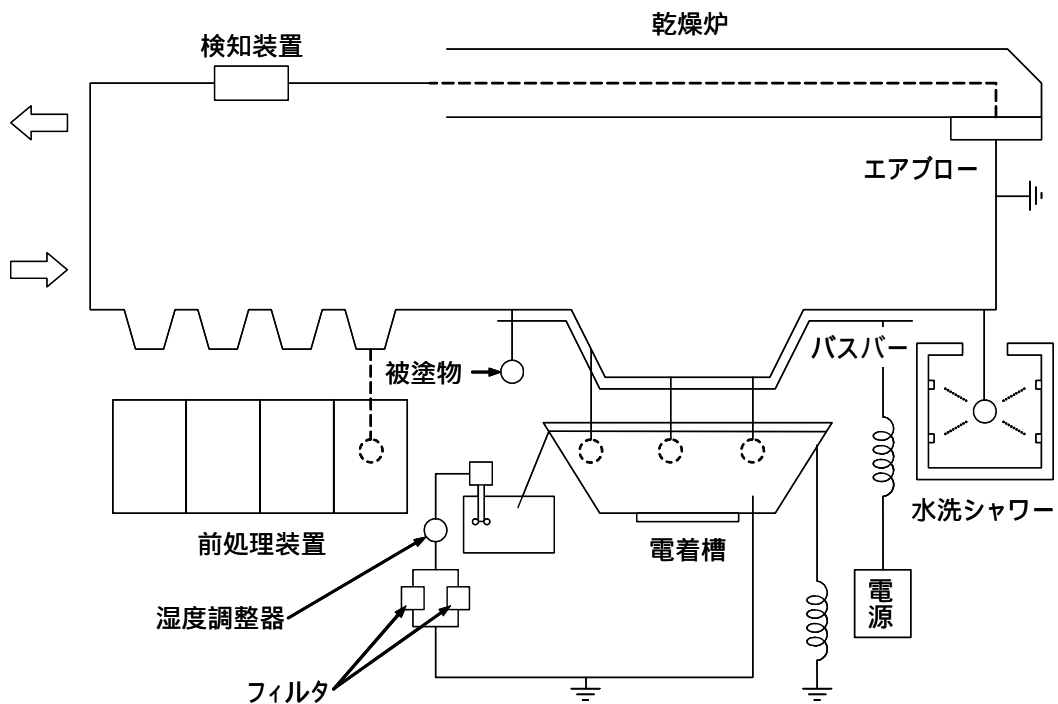
塗料は、水の中でコロイド状に分散している。



装置と処理プロセス

塗料には、溶剤をほとんど含まない水系が使われる。

加熱によって塗膜の硬化が行われる。



VOC 排出抑制効果

塗装工程からの VOC 排出はない。

特徴

長所	<ul style="list-style-type: none">・ 被塗物の形状にかかわらず、塗膜を均一にできる。・ 流れ、タレ、ピンホールがない。・ 塗着効率が高い（ほぼ 100%）。・ ランニングコストが低い。・ 自動管理が可能なので、人件費が節約できる。・ 清掃の手間が少ない。・ 火災の危険性が少ない。
短所	<ul style="list-style-type: none">・ 設置面積の大きな専用の塗装設備が必要である。・ 色替えが困難なので、一色に限定される。・ 焼き付け温度が高温である（150～180℃）。・ 被塗物が浮きやすい場合は適さない。・ 二次タレ、ブリッジが生じることがある。

技術の種類

電着塗装には、

- ・ カチオン型：被塗物を陽極にする。
- ・ アニオン型：被塗物を陰極にする。

がある。

アニオン型の場合、金属素材が溶出して錆の問題が生じるので、カチオン型が使用されている場合が多い。

設置条件と導入状況

装置サイズ：	数十 m ² 程度以上
導入コスト：	数億円程度以上
ユーティリティ：	電力
導入状況：	中堅規模以上の企業で導入されている。 特に自動車ボディ・部品の下塗りやアルミサッシ、電気機器の塗装などに使われている。防食性の高い製品、平板形状の塗装に適している。

取扱上の留意事項・メンテナンス

- ・ 液槽中の塗料の管理が必要である。

参考文献

- 1) 日本塗料工業会・日本塗装機械工業会「ISO14001 認証取得・継続のための塗装ハンドブック」（2001年5月）。
- 2) 機能材料, 26(3), pp.30(2006)。
- 3) 「早わかり 塗料と塗装技術」株式会社理工出版会(2001)。
- 4) 機器メーカーへのヒアリング。

4 - 6 代替物質 水性インキ

溶媒として水を主成分に使うことで、VOCの含有率を下げたインキである。

原理

軟包装グラビア印刷には、通常、溶剤系のインキが使われているが、代替として、水性インキを使って印刷する方式である。既に商用として実施している企業もある。

従来の軟包装グラビア印刷に使われている溶剤系インキには、80%程度のVOCが含まれているが、水性インキの場合は、VOCはアルコール類等が20%程度含まれているだけであり、それ以外は水である。

装置と処理プロセス

溶剤として水が使われているので、水性グラビア印刷の場合は、インキの乾燥性が課題となる。この課題を解決するために、()版の浅版化、細線化と()乾燥機的能力増強が行われている。また、水性インキとの相性を良くするために、()フィルムの改良も行われている。

()版の浅版化、細線化

版の浅版化、細線化のためには、レーザー製版が使われている。浅版化、細線化の例を下表に示す。

また、浅版化、細線化によって、インキの塗布量が減ることによる濃度不足を補うために、固形分(顔料)を増加したインキが使われている。

浅版化、細線化の例

インキの種類	溶剤型	水性
VOC含有率	80%程度	20%程度
線密度	175線/インチ	200~250線/インチ
版深度	20~25μm	14~20μm

()乾燥機的能力増強

水性インキの場合、水を乾燥させるので、乾燥機的能力増強(風量・風速増強)が必要となる。また、防錆対策を施した設備であることが必要となる。乾燥方法は、基本的に従来の溶剤型インキの場合と同じである。

()フィルムの改良

軟包装では、印刷物がプラスチックフィルムなので、水性インキの場合は、溶剤型インキに比べて濡れ性が低下する。現在、OPP、NY、PET、PVC等のフィルムで、水性対応のフィルムが販売・実用化されている。水性インキとの相性を良くするために、添加剤が加えられている。

VOC 排出抑制効果

溶剤型インキは、VOC 含有率 80%程度であるが、水性インキは、VOC 含有率 20%程度である。

特徴

長所	<ul style="list-style-type: none">・ 溶剤系インキの場合よりも、鮮明なカラーの再現や幅広い色調の再現が可能となる。 これらの特徴は、版が浅版化、細線化すること、および乾燥が悪いことで、逆にインキの転写が良くなることに起因するものである。溶剤系インキの場合は揮発しやすいのでかすれやすいのに対して、水性インキの場合は 3%という小さな網点印刷が可能である。・ 金、銀以外の特色が不要になる（色数が減らせる）。 溶剤系インキでは、特色を使用して 6～8 色で印刷しなければ色調再現が困難であったが、水性グラビア印刷では、プロセスカラー色の 5 色（スミ、シアン、マゼンタ、イエロー、白）でほぼ色調再現が可能である。 その結果、製版本数が減らせる。・ 作業環境が良くなる。 VOC の使用量が減るため、作業現場での臭気が改善する。
短所	<ul style="list-style-type: none">・ インキの乾燥性が悪いので、乾燥設備の増強等が必要である。・ インキの粘度・品質を保つために、印刷時およびインキの保管時に温度・湿度管理が必要となる。

設置条件と導入状況

- 装置サイズ：（溶剤系インキの場合と同様である。）
導入コスト：（乾燥設備の増強、版の変更等が必要になる。）
ユーティリティ：電力等
導入状況：中小規模以上の企業で導入されている。
OPP、NY、PET、PVC 等のフィルムに適用可能である。

設置条件

- ・ 基本的に、設備は従来の溶剤型インキの場合と同様であるが、乾燥設備の増強と、防錆対策が必要となる。

取扱上の留意事項・メンテナンス

- ・ 乾燥設備の増強が必要である。
- ・ インキの粘度・品質を保つために、印刷時およびインキの保管時に温度・湿度管理が必要となる。
- ・ 溶剤系インキの場合に比べて、ドクターナイフと版の摩擦係数が上がり、滑走性が悪くなる。そのため、インキかぶり汚れや、ドクターナイフの交換頻度増加、版の再販頻度増加が発生する可能性がある。これらの課題を解決するために、ドクターナイフおよび版の材質の改良が行われている。

参考文献

- 1) 軟包装グラビア印刷業者へのヒアリング及びホームページ情報。
- 2) におい・かおり環境学会誌, 35(3), 139 (2004)。
- 3) 日本印刷学会誌, 43(6), 2 (2006)。
- 4) コンパーテック, 34(1), 74 (2006)。
- 5) 社団法人日本印刷産業連合会「印刷産業における VOC 排出抑制自主的取組推進マニュアル」(2006.3)。

4 - 7 代替物質

UV硬化型インキ

紫外線 (UV) でインキを硬化させるタイプのインキであり、溶剤を含まないので VOC は発生しない。

原理

紫外線でインキが硬化し、乾燥するインキを使用して印刷、UV ランプによってインキを瞬時に乾燥させる。UV 硬化型インキは速乾性なので、最終製品までの仕上がりが早い、印刷直後に裁断・加工でき次工程をインライン化できるなどの長所がある。

装置と処理プロセス

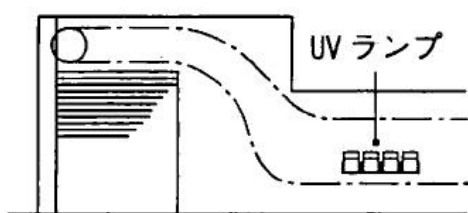
厚紙を使用し、スプレーパウダが望ましくない紙器、速乾性を要求するプラスチックフィルムとビジネスフォーム、ラベル・ステッカー、皮膜強度を要求する金属印刷に利用されている。

また、平版だけでなく凸版印刷やスクリーン印刷にも使用されている。小ロット化、短納期化に対応するために、商業印刷分野でコート紙・上質紙の枚葉オフセット印刷にも、UV 方式が採用され始めている。

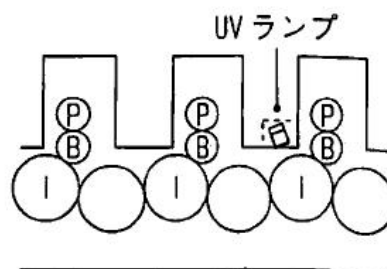
また、ニス引きの代わりに、UV ニスを印刷、またはコーティング方式で塗布する方法も採用されており、用途が拡大している。

UV 照射装置は印刷機にランプを組み込む方式によって、次のような種類がある。

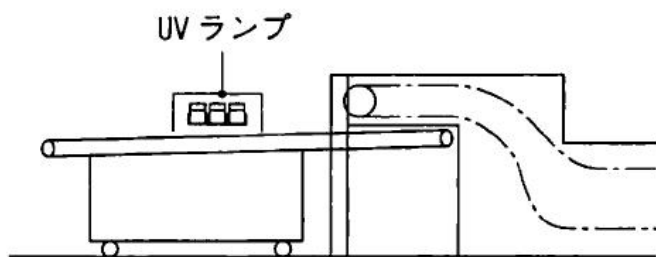
P : 版胴
B : ブランケット胴
I : 圧胴



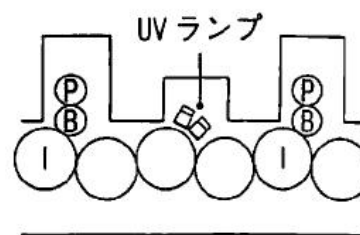
①デリバリ部組み込み



③インターデッキ



②別置きコンベア



④ドライユニット

UV ランプの組み込み方式²⁾

VOC 排出抑制効果

不揮発成分が高いので、VOC の揮発はほとんどない。

特徴

長所	<ul style="list-style-type: none">・ セットや乾燥工程を簡素化できる。・ 印刷直後に裁断・加工できるので、次工程をインライン化できる。・ パウダーを使わないので、作業環境が良くなる。・ 乾燥スペースを削減でき、省エネルギーにもなる。・ プラスチックなどの非吸収体にも印刷できる。・ インキの臭気が残らない。・ インキ皮膜が厚く、こすれ傷が出にくい。・ 耐溶剤性、耐薬品性が高い。
短所	<ul style="list-style-type: none">・ 粘弾性の付与が難しい。・ 硬化させるために照射設備が必要である。・ インキの値段が高い。・ インキが皮膚刺激性である。・ 硬化不足または硬化過度の場合、インキ皮膜に欠陥が出やすい。・ 照射波長に耐える印刷物に限定される（厚紙、厚板など）。・ 光沢が不十分である。・ 被印刷体によっては密着性が悪いことがある。・ 機械の掃除には特殊溶剤を使用する必要がある。

（出典：脚注の参考文献 1）、2）

設置条件と導入状況

装置サイズ：	数 m ² 以上（UV 照射装置）
導入コスト：	百万円以上（UV 照射装置、スクリーン印刷の場合） ライン中に組み込む場合は、さらに高額になる。
ユーティリティ：	電力
導入状況：	中小規模以上の企業で導入されている。

取扱上の留意事項・メンテナンス

- ・ 専用の装置の導入が必要。設置スペースがあれば、追加設備でも対応可能である。UV 装置を取り付けるためには、設備面では次の点に留意する。
 - ランプハウジングの取り付けスペースの確保
 - ランプからの熱の排熱
 - 排気のおゾン臭
 - 使用部品の耐熱性と耐オゾン性
 - UV 光もれ対策
- ・ UV 硬化型インキ化が進んでいない分野もあるので確認が必要である。
- ・ インキには皮膚刺激性があり、人によっては手などにカブレが出る場合があるので、取扱いに注意する。

参考文献

- 1) 「印刷インキにおける環境対策とその技術動向」色材協会誌、71(12)、784(1998)
- 2) オフセット印刷技術協会編・著「オフセット印刷技術 - 作業手順と知識 - 」社団法人日本印刷技術協会 (2005)

4 - 8 代替物質

水なし印刷システム (オフセット印刷用)

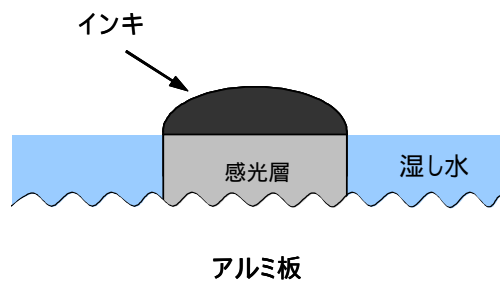
オフセット印刷では、インキをはじくのに湿し水を使うのが一般的であるが、これはシリコンゴムでインキをはじく技術である。大型のカラー印刷など、高品質が要求される分野で導入実績がある。

原理

< 通常の水あり印刷 >

通常の水ありオフセット印刷では、湿し水と呼ばれる水を使い、水が油(インキ)をはじくという性質を利用して、非画線部が形成される。

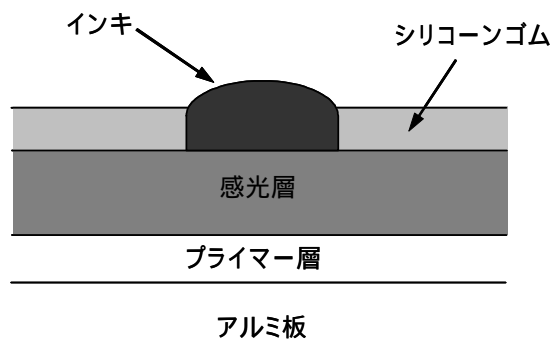
画線部の形状は凸である(平凸版)。



< 水なし印刷 >

水なしオフセット印刷では、シリコンゴムが油をはじくという性質を利用して、シリコンゴムで非画線部が形成される。

画線部の形状は凹である(平凹版)。



装置と処理プロセス

自動現像機を新規に導入する必要がある。

また原材料については、インキを水なし印刷専用インキに転換するとともに、版も専用の

版に変える必要がある。

VOC 排出抑制効果

湿し水およびエッチ液を使わないので、これらに含まれる VOC (イソプロピルアルコール等) の発生がなくなる。

特徴

長所	<ul style="list-style-type: none">・ 印刷時に水を使わないので、紙のファンアウトが少なく、見当精度が良く、品質が保たれる。・ 網点再現性が良く、高品質化する。・ 見当合わせが容易なので、準備時間が短縮できる。また損紙の発生量が減る。特に小ロットの場合に効果的である。・ 圧胴などが錆びないので、洗浄作業やメンテナンスが簡略化される。・ 排水は通常の下水に流すことができる。
短所	<ul style="list-style-type: none">・ 版 (アルミ) などの材料費が高い。・ 工場内の温度・湿度管理、インキローラ・版面の温度管理が必要である。

設置条件と導入状況

装置サイズ：	数 m ² 以上 (自動現像機)
導入コスト：	自動現像機は 700 万円程度。 それ以外に、アルミ版にコストがかかる。
ユーティリティ：	電力等
導入状況：	中堅規模以上の企業で導入されている。 枚葉印刷、オフ輪印刷で導入されている。高品質化という点で、大きなサイズのカラー印刷で導入されている。 またインキは紫外線硬化型も販売されている。

取扱上の留意事項・メンテナンス

- ・ 静電気が発生しやすいので、工場内の湿度を 50% 以上に保つようにする。
- ・ 印刷機のインキローラ、版面の表面温度が 25~29 になるようにインキローラ冷却装置の循環温度を調整する。

参考文献

- 1) 機器メーカーのパンフレットおよびヒアリング。
- 2) オフセット印刷技術協会編・著「オフセット印刷技術 - 作業手順と知識 -」社団法人日本印刷技術協会 (2005)。

4 - 9 代替物質

水性系接着剤

(エマルジョン形接着剤)

微粒子化した樹脂を水で分散させたものであり、VOCは含まない。木材や紙などに優れている。

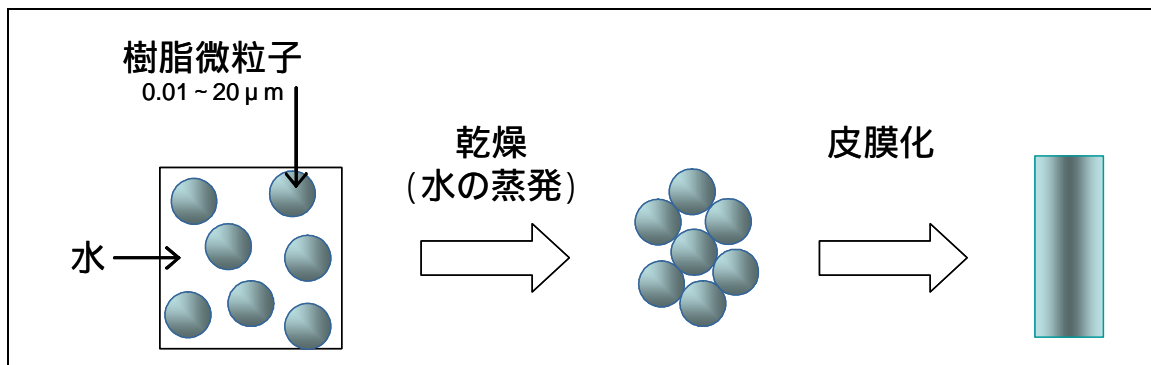
原理

接着剤は、樹脂が固化することによって接着作用が発現する。この樹脂は油性なので、溶剤系の接着剤では溶媒に有機溶剤（VOC）が使われている。

一方、エマルジョン形接着剤は、微粒子化した樹脂の表面を、親水性のある乳化剤や保護コロイドで取り囲むことによって、樹脂を水に分散させたものである。

エマルジョン形接着剤が成膜化するには、水の蒸発による乾燥と、樹脂が皮膜化するという2段階プロセスを経る。

エマルジョン形接着剤中には、水が40～65%程度含まれている。



エマルジョンの成膜過程

エマルジョン形接着剤の成分構成
(酢酸ビニル樹脂系の場合)

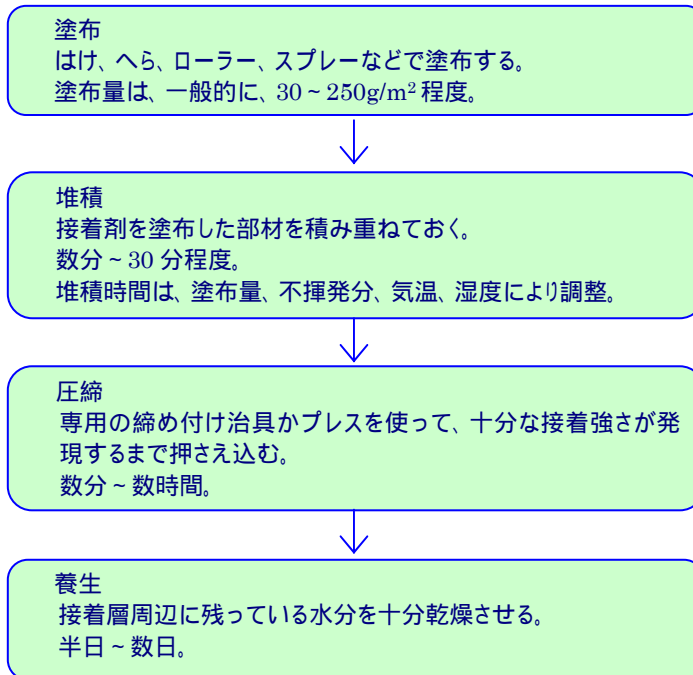
成分	構成比
樹脂 乳化剤 成膜助剤、可塑剤	35～60%
水	40～65%

装置と処理プロセス

エマルジョン形接着剤では、水を蒸発させる必要がある。したがって、木質や紙などの多孔質の材料に利用されている。被着材が多孔質材料でない場合は、予め乾燥させてから貼り合わせるドライラミネーション方式（コンタクト接着）が行われている。

溶剤系接着剤からエマルジョン形接着剤に転換する際は、接着工程の変更、塗布機や乾燥設備、ライン速度の調整などが必要になる。

エマルジョン形接着剤を使った代表的な接着プロセスを以下に示す。



VOC 排出抑制効果

接着剤そのものには VOC は含まれない。

特徴

長所	<ul style="list-style-type: none"> 木材や紙などの繊維素材に対して優れた接着性を示す。 室内環境であれば、長期耐久性に優れる。 乾燥皮膜が透明なので、グルーラインが目立たない。 乾燥皮膜に柔軟性があるので、切削器具を傷めない。 水性なので、器具の洗浄が容易である。
短所	<ul style="list-style-type: none"> 乾燥速度が遅いので、乾燥に多大なエネルギーや時間が必要である。 プラスチック類などの表面張力の低い被着材には適さない。 被着材が吸水することによって、反りが出たり、膨れたりする。 接着物は耐水性に乏しいので、水周りでの使用や屋外環境での用途に適さない。 最低造膜温度²以下では、乾燥しても皮膜にならない。 低温では、増粘や凍結が起こる。 接着剤を洗浄した後の液は排水処理が必要である。

² 最低造膜温度については、例えば酢酸ビニル樹脂エマルジョン木材接着剤の場合、JIS K 6804 で以下のように規定されている。

種類	1種	2種	3種
区分	通年用	夏用	冬用
最低造膜温度	2 以下	2 を越え、15 以下	2 以下

技術の種類

エマルジョン形接着剤としては、酢酸ビニル系が多く使われており、他には、エチレン酢酸ビニル（EVA）系、アクリル系、ウレタン系がある。

エマルジョン形接着剤の主なタイプと特徴・用途

タイプ	特徴	用途
酢酸ビニル系	<ul style="list-style-type: none"> 多孔質材料（木質、紙）等の被接体に良好な接着性。 速乾、初期接着性良好。 安価。 	建築内装（壁、床、天井）材の接着 建築パネル 木質複合材（ツキ板、集成材等） 家具・キャビネットの組立 木質板・無機質板の化粧紙オーバーレイ 紙工用 <ul style="list-style-type: none"> 段ボール、化粧箱組立 合紙（貼り合わせ） 紙管、紙袋、製本
エチレン酢酸ビニル（EVA）系	<ul style="list-style-type: none"> プラスチックコート紙、プラスチックシート等に良好な接着性。 	建築資材 <ul style="list-style-type: none"> セメント混和 コンクリート打ち継ぎ剤 木質板とプラスチックシートの接着紙工用 <ul style="list-style-type: none"> プラスチックコート紙の接着 プラスチックフィルムと紙の接着
アクリル系	<ul style="list-style-type: none"> 皮膜に柔軟性あり。 耐アルカリ、耐候性良好。 軟質から硬質まで幅広く樹脂設計ができる。 	建築資材 <ul style="list-style-type: none"> セメント混和 コンクリート打ち継ぎ剤 容器ラミネート ウエットラミネート（フィルム／紙） ドライラミネート（フィルム／フィルム） ポリオレフィンフィルム・発泡体
ウレタン系	<ul style="list-style-type: none"> プラスチックシート等に良好な接着性。 皮膜に柔軟性あり。 	化粧フィルムオーバーレイ ウエットラミネート（フィルム／紙） ドライラミネート（フィルム／フィルム）

設置条件と導入状況

装置サイズ：	数 m ² 以上（排水処理設備）
導入コスト：	百万円程度以上（排水処理設備）
ユーティリティ：	電力
導入状況：	中小規模以上の企業で導入されている。

取扱上の留意事項・メンテナンス

- 水を媒体として使っているため、貯蔵の際、0 以下になると凍結するので、特に冬場は保管場所・保管温度に注意する必要がある。凍結した場合は、50 前後の湯で加温すると元に戻る場合もある。
- 酢酸ビニル樹脂系エマルジョンの場合、通常、pH=3～5 の弱酸性である。器具や被着材の錆が問題になる場合は、pH を中性域に調整したものを使用する。
- エマルジョン形接着剤の場合、最低造膜温度（MFT）があり、それ以下の温度では乾燥しても皮膜化しないという性質がある（酢酸ビニル樹脂系の場合、MFT=18～20）。そのため、気温が低くても皮膜化させるために、成膜助剤（可塑剤）が添加される。成膜助剤には、従来、フタル酸エステル系の DBP が使われてきたが、内分泌攪乱化学物質（「環境ホルモン」）等の環境影響問題などの懸念から、近年は、非フタル酸系可塑剤や無可塑剤技術が開発されている。

参考文献

- 1) 日本接着学会編「初心者のための接着技術読本」日刊工業新聞社(2004)。
- 2) 日本接着学会編「接着剤データブック第2版」日刊工業新聞社(2001)。
- 3) 日本接着剤工業会「VOC 排出抑制ガイドライン 第二版」(2005)。

4 - 1 0 代替物質

水性系接着剤

(ラテックス形接着剤)

接着成分であるゴムをコロイド状に水に分散させた接着剤である。

原理

直径が 0.1 ~ 数 μm 程度の形状のゴムを接着成分として、コロイド状に水に分散させている。接着方式には、ウェット方式とドライ方式があり、用途によって使い分けられる。

装置と処理プロセス

ラテックス形接着剤の接着方式には、ウェット接着方式とドライ接着方式の 2 種類ある。これらの接着法は用途によって使い分けられている。

溶剤系接着剤からラテックス形接着剤に転換する際は、塗布機は溶剤系と同様の物が使えるが、接着工程の変更、乾燥設備、ライン速度の調整などが必要になる。

ラテックスの皮膜は、そのままでは強度が不足し、耐熱性・耐溶剤性なども不十分なので、通常は、架橋が行われる。

ラテックス形接着剤の接着方式

接着方式	ウェット接着方式	ドライ接着方式
接着プロセス ^{注)}	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">塗布 被着材の片面に接着剤を塗布する。</div> <div style="text-align: center;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">貼り合わせ 塗布直後に、被着材を貼り合わせて、固定する。</div> <div style="text-align: center;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">乾燥 水を蒸発させて乾燥する。</div>	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">塗布 被着材の両面あるいは片面に接着剤を塗布する。</div> <div style="text-align: center;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px; margin-bottom: 5px;">乾燥 水を蒸発させて乾燥する。</div> <div style="text-align: center;">↓</div> <div style="border: 1px solid black; padding: 5px;">貼り合わせ 乾燥した皮膜を貼り合わせて、数秒間プレスする。</div> <p style="font-size: small; margin-top: 10px;">の工程では、ホットプレス等を用いて皮膜を軟らかくし、密着性を高めることも効果的である。</p>
主な用途	フィルム、シートラミネーション、不燃布、織物ラミネーション、フロック加工、繊維 / ゴム、化粧合板、フラッシュパネル、家具組立、建築部材組立、建築内装、タイル、モルタル混和など	<p>[コンタクト接着]</p> 化粧合板、ラミネーション、床工事、防水工事、家具・建具、建築内装、ウレタンフォーム接着など <p>[粘着]</p> 粘着テープ、医療・電気絶縁テープ、粘着壁紙・床材など

VOC 排出抑制効果

接着剤そのものには、VOC はほとんど含まれない。

特徴

長所	<ul style="list-style-type: none"> ・ 火災の危険性が少ない。 ・ 溶媒の揮発速度が遅いので、作業性が良くなる。 ・ 水性なので、器具の洗浄が容易である。 ・ 接着力向上のために樹脂ポリマーの分子量を高くしても、ラテックスの粘度は高くない。 ・ 樹脂ポリマーの粒子径と分布をコントロールすることによって、ラテックスの粘度を低く保ったまま、約 70%まで高濃度化できる。
短所	<ul style="list-style-type: none"> ・ 貯蔵中や使用中にポリマーが凝集して使用できなくなる場合がある。 ・ 耐水性、耐湿性が良くない。 ・ 乾燥速度が遅い。 ・ 最低成膜温度 (MFT) が存在する場合は、MFT 以下では接着性が発現しない。 ・ 乳化剤の影響で、溶剤形に比べてコンタクト性が悪い。 ・ 接着剤を洗浄した後の液は排水処理が必要である。

技術の種類

ラテックス形接着剤には、天然ゴムである NR ラテックスと、合成ゴムである SBR ラテックス、NBR ラテックス、CR ラテックスなどがある。

ラテックス形接着剤の主なタイプと特徴・用途

タイプ	特徴	用途
NR ラテックス (シス-1,4-ポリイソブレン)	<ul style="list-style-type: none"> ・ パラゴムノキの樹皮から分泌される乳白色の液体が原料。 ・ 造膜性に富む。 ・ 湿潤ゲル強度が高い。 	紙、布、皮など 例：フリーアルバムの台紙、封筒など
SBR ラテックス (スチレンとブタジエンの共重合体など)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 比較的安価。 ・ 塗布作業性が容易。 ・ 湿潤ゲル強度が低い。 ・ 極性物質との接着性が弱い。 ・ 変色する。 ・ 耐油性、耐溶剤性に劣る。 	例：紙のクレーコーティングや含浸加工、硬質ビニルタイル、カーペット、人工芝など
NBR ラテックス (アクリロニトリルとブタジエンの共重合体)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 耐油性、耐薬品性、耐摩耗性に優れる。 ・ 未加硫でもかなりの皮膜強度がある。加硫によって物性が著しく向上する。 ・ 皮革などと強い接着力がある。 ・ 樹脂との相溶性が良い。 ・ 皮膜が熱や光で黄変する。 	金属、プラスチック類 (塩化ビニル、ナイロン、ポリエステル)、繊維、木材、皮革、極性の強い被着材など 例：ガソリタンクと燃料パイプのジョイントなど
CR ラテックス (クロロブレン共重合体)	<ul style="list-style-type: none"> ・ 抗張力、耐クリープ性、耐熱性に優れる。 ・ フェノール樹脂などと相溶性が良い。 ・ 極性材料全般に接着できる。 ・ 作業が容易。 ・ 柔軟である。 ・ 剥離強度、曲げ強度、疲労強度が大きい。 ・ ドライ接着用途に使われる。 ・ 貯蔵中に脱塩酸反応を起こす傾向がある。 ・ 皮膜が熱や光で変色しやすい。 	ゴム、プラスチック、繊維、金属、木材、皮革など

設置条件と導入状況

装置サイズ：	数 m ² 以上（排水処理設備）
導入コスト：	百万円程度以上（排水処理設備）
ユーティリティ：	電力
導入状況：	中小規模以上の企業で導入されている。

取扱上の留意事項・メンテナンス

- ・ 水を媒体として使っているため、貯蔵の際、0℃以下になると凍結するので、特に冬場は保管場所・保管温度に注意する必要がある。一旦、凍結すると、ラテックスは元には戻らないものがほとんどである。
- ・ また水を使っているため、被着物が金属の場合は錆の発生がないように注意する必要がある。
- ・ 機械塗布の場合は、ステンレス製の錆びない材質の機器を選定する必要がある。
- ・ 接着剤をポンプで供給する場合は、通常、溶剤形で使われているプランジャポンプでは、エマルジョンが凝集してしまい、スプレーガンが詰まりやすいので、ダイヤフラム形（ペロー形ともいう）のポンプを使うことが望ましい。

参考文献

- 1) 日本接着学会編「初心者のための接着技術読本」日刊工業新聞社(2004)。
- 2) 日本接着学会編「接着剤データブック第2版」日刊工業新聞社(2001)。
- 3) 日本接着剤工業会「VOC 排出抑制ガイドライン 第二版」(2005)。

4 - 1 1 代替物質

ホットメルト接着剤

被着材に塗布するために、溶剤を使わずに加熱溶融する方式の接着剤である。

原理

接着剤の主成分である樹脂は、高分子化合物であるので、流動しにくいという性質をもつ。したがって、被着剤の上に接着剤を均一に塗布するためには、接着剤の粘度を下げる必要がある。

粘度を下げる方法としては、主に以下のようなものが挙げられる。

() 接着剤に有機溶剤や水等を混合する(接着剤を有機溶剤や水等に溶かす)

() 加熱する。

() 接着剤を構成する高分子の分子量を下げる。

溶剤系の接着剤は()の方法によるものであるが、ホットメルト接着剤は()の方法によるものである。

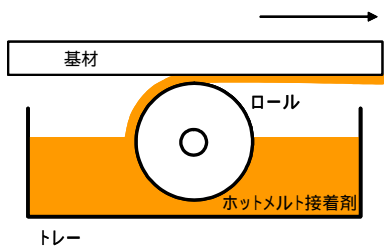
装置と処理プロセス

ホットメルト接着剤を塗布する際には、接着剤を加熱して溶融し、塗布するために、ホットメルトアプリケーションという専用の装置が使われる。

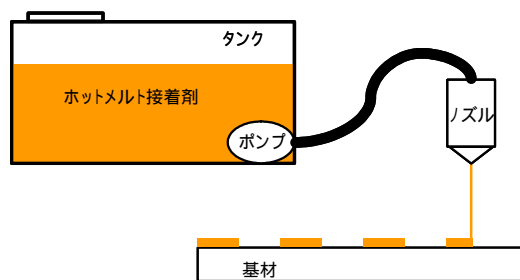
塗布の方法には様々あるが、例えば、以下のようなものが挙げられる。

- フィルムや粉末状の接着剤に熱風、熱プレスをかける方法
- 棒状、ひも状にした接着剤を必要な量だけ溶かして、ハンドガンから吐出する方法
- 溶融タンクで予め溶かした接着剤をロールやノズルを使って機材に塗布する方法
- スプレーで噴霧する方法
- アプリケーター内で不活性ガスを高圧で混入し、塗布後、発泡させる方法

アプリケーションの選定は、接着剤の種類、使用量、被着剤の形態・種類、組立工程の速度などに基づいて検討される。



ロールによる塗布



ノズルによる塗布

VOC 排出抑制効果

基本的に接着剤に VOC は含まれない。

特徴

ホットメルト接着剤の種類は多数あり、それぞれ特徴が異なるが、一般的な特徴を挙げると以下ようになる。

長所	<ul style="list-style-type: none"> ・ 接着時間が短いので、生産性の向上が期待できる。 ・ 不揮発成分が少ないので、溶剤による危険や衛生上の問題が少ない。また乾燥工程が不要である。 ・ 工程が自動化できる。
短所	<ul style="list-style-type: none"> ・ 耐熱性、接着強さに限界がある（特に反応性ホットメルトでない場合）。 ・ 専用のアプリケーションが必要である。 ・ オープンタイム（半乾きまでの時間）が短い。 ・ 高温で使用するので、やけど等に気を付ける必要がある。 ・ 一般には手作業が無理である。

技術の種類

ホットメルト接着剤には、大別して、熱可塑性タイプと反応性タイプがある。

熱可塑性タイプは耐熱性に劣るが、反応性タイプでは耐熱性を向上させるために、樹脂分子同士を架橋反応させている。

ホットメルト接着剤の主なタイプと特徴・用途

タイプ	種類	特徴	主な用途
熱可塑性タイプ	EVA (エチレン酢酸ビニル)系	<ul style="list-style-type: none"> ・ ホットメルトでもっとも一般的。 ・ 短時間(数秒)で接着可能。 ・ 各種素材に良好な接着性を示す。 ・ 比較的安価。 ・ 耐油性、耐溶剤性に劣る。 ・ 長時間使用で炭化するので、定期メンテナンス必要。 	包装(カートン、段ボール)、製本(雑誌、単行本、電話帳)、合板、家具、緩衝材など
	オレフィン系	<ul style="list-style-type: none"> ・ ポリエチレン、ポリプロピレンなどの非極性表面への接着性に優れる。 ・ オープンタイムが長く設計できる。 ・ 固化後は耐熱性が高い。 	屋根の防水、カーペットのバックングなど
	スチレン系(ゴム系)	<ul style="list-style-type: none"> ・ ポリエチレンやポリプロピレンといった難接着材料への接着性に優れる。 ・ 熱劣化、粘度変化しやすい種類がある。 ・ 低温でのタックや高温での保持力に限界あり。 ・ 耐候性に乏しい。 	包装用テープ、ラベル、衛生材料、自動車用等のプロダクトアSEMBリーなど
	ポリエステル系	<ul style="list-style-type: none"> ・ 耐溶剤性、耐洗濯性に優れる。 	接着芯地、カーペットなど
	ポリアミド系	<ul style="list-style-type: none"> ・ 金属材料、極性ポリマー材料などに対して、優れた接着性を示す。 ・ 耐薬品性、耐熱性に優れる。 ・ 熔融温度が高く、熱安定性が良くない。 ・ 接着時の水分管理が必要。 	電気部品、自動車部品、木工、製靴、製缶、グラビア印刷インキ、繊維(レザー繊維、接着芯地)、被覆鋼管など
反応性タイプ	ウレタン系	<ul style="list-style-type: none"> ・ 熱に弱い材質にも塗布可能(使用温度 120)。 ・ 貼り合わせ後に架橋するので、耐熱性、耐久性、耐溶剤性に優れる。 ・ 耐寒性に優れる。 ・ 1液系のため、使用時の計量混合が不要。 ・ 使用中の硬化防止のため、メンテナンスが重要。 ・ 残存モノマー(MDI)の吸引・暴露に注意を要する。 	建材(ドア、パーティションなど)、家具・木工(縁貼り、システムキッチン)、家電(電気カーペット、電気毛布)、自動車(シート、カーペット、ドア内貼り)など

ホットメルト形接着剤は、無溶剤型接着剤の1種である。無溶剤型接着剤はVOC成分をまったく含まない接着剤のことを指し、ホットメルト形接着剤のような固形タイプと、液状タイプがある。液状タイプには、エポキシ樹脂系、シアノアクリレート系、ウレタン樹脂系、アクリル樹脂系(SGA系、嫌気性、UV硬化系等)、変成シリコーン樹脂系などがある。

設置条件と導入状況

装置サイズ：	数 m ² 以上
導入コスト：	数百万円以上
ユーティリティ：	電力
導入状況：	中小規模以上の企業で導入されている。

取扱上の留意事項・メンテナンス

- ・ 最適な濡れを確保できるように、適正な温度（一般的に 160～200 ）で溶融・塗布する必要がある。また人体へは火傷に注意する必要がある。
- ・ 高速度で塗布・圧着が行われるので、わずかな機械、温度、環境の調整ミスがトラブルにつながるので注意する。
- ・ 被着材が感熱性の場合、変形や溶融を起こす可能性がある。また塗装やコート材で包装材が表面加工されている場合は、接着不良を生じる可能性がある。

参考文献

- 1) 日本接着学会編「初心者のための接着技術読本」日刊工業新聞社(2004)。
- 2) 日本接着学会編「接着剤データブック第2版」日刊工業新聞社(2001)。
- 3) メーカーへのヒアリング。

4 - 1 2 代替物質 水系洗浄剤

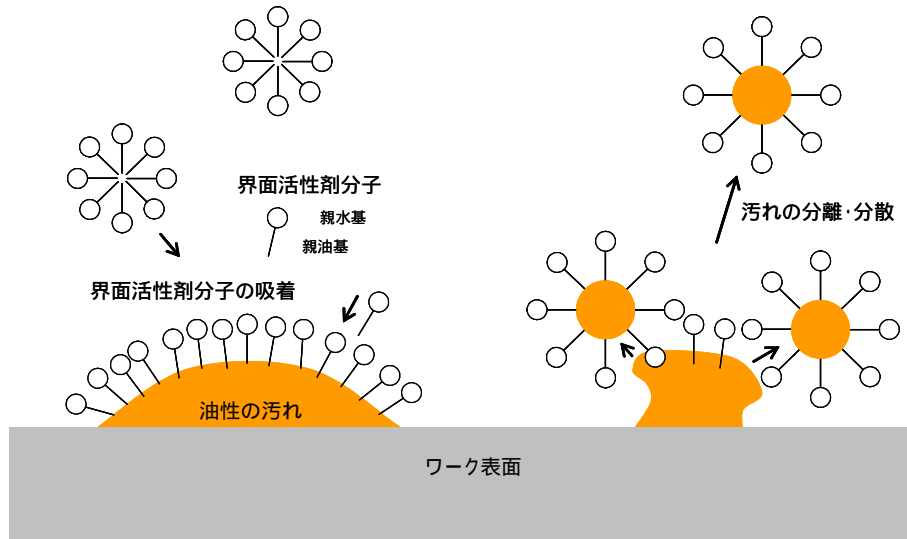
溶剤の代わりにアルカリ性や中性などの水系洗浄剤を使って汚れを落とす洗浄方法である。

原理

水系洗浄剤には界面活性剤が含まれ、この界面活性剤が油汚れの除去に重要な役割をする。

界面活性剤の分子は、油に溶けやすい親油性の部分(親油基)と水に溶けやすい親水性の部分(親水基)を併せもつ構造になっている。

界面活性剤が溶けた水溶液中に、油性の汚れが付着したワークが入られると、まず油性の汚れの表面に界面活性剤の親油基が吸着する。吸着した界面活性剤の作用によって、汚れが浮き上がる。さらに汚れとワーク表面の間に界面活性剤が浸透し、汚れがワーク表面から分離・分散する。



洗浄剤の化学的作用だけでは洗浄効果が不十分な場合は、超音波、スプレーなどの物理的作用も併用される。

作用		効果	
化学的作用	洗浄剤	界面活性能	分散、乳化、可溶化
		アルカリ効果	ビルダー効果 ^{注)}
		化学反応	酸化、還元、ケン化
	溶媒	溶解、浸透	
物理的作用		超音波、スプレー、ブラッシング、浸漬	

注)ビルダー効果とは、炭酸塩、リン酸塩、ケイ酸塩、硫酸ソーダ、有機酸などのビルダーを界面活性剤と併用することによって、洗浄力が向上することである。

装置と処理プロセス

水系洗浄の装置は、洗浄、すすぎ、乾燥、付帯設備で構成されることが多い。

洗浄剤の種類、すすぎ工程での水の純度、乾燥工程および付帯する機能などに関しては、具体的方法・付帯設備は多種多様である。

すすぎに使った水の排水は、排水不可の場合が大半であるので、排水処理装置や純水リサイクル装置などを設置する必要がある。

処理可能なVOC

塩素系等の有機溶剤に比べて洗浄力が弱いので、導入に際しては、洗浄性能のチェックが必要となる。

VOC排出抑制効果

基本的にVOCの排出はない。

特徴

長所	<ul style="list-style-type: none"> ・ 洗浄剤・洗浄液が不燃性である。 ・ 毒性が少ない。 ・ 樹脂類に影響を与えない場合が多い。 ・ 洗浄剤を水で10～20倍に希釈するので、洗浄剤コストが比較的安価である。 ・ 固形物汚れも除去可能である。
短所	<ul style="list-style-type: none"> ・ 塩素系溶剤に比べて洗浄力が弱い。そのために、シャワー、スプレー、超音波、液中噴流、揺動を併用する。 ・ 洗浄、リンス工程で細かい孔に浸透しない。 ・ 防錆剤の添加、防錆剤槽の設置など、金属に対する防錆対策が必要である(アルカリ性洗浄剤は防錆力を持つものが多い)。 ・ 洗浄剤の再生ができない。 ・ 乾燥が遅い。そのため、真空乾燥、エアナイフ、遠心分離、パーフルオロカーボン乾燥(置換、蒸留)等を利用する。 ・ 排水処理(BOD、COD、n-ヘキサン抽出分)が必要である。 ・ 新設洗浄設備、排水処理設備が必要(投資が多い)。 ・ 工程数が多くなり設置スペースを要する。

技術の種類

水系洗浄剤には、アルカリタイプ、中性タイプ、酸性タイプがある。

洗浄剤の種類	汚れ	主な用途	特徴	洗浄メカニズム
アルカリ性	切削油、圧延油、加工油、研磨粉、切削粉	鋼板、伸線、金属部品、ガラス	安価 粒子汚れの除去性がよい 金属を腐食しやすい 安全性に課題がある	アルカリ効果(中和、ケン化)、キレート効果
中性	加工油、切削油、ビッチ、ワックス、液晶	精密部品、アルミ部品、光学レンズ、液晶パネル エマルジョン洗浄剤は、従来溶剤系洗浄が使われていた分野での使用が検討されている。	油性汚れに適している 金属を腐食しにくい 安全で取扱が容易	界面活性能(乳化、分散、可溶化)
酸性	錆、スケール	配管、熱交換器	特殊な汚れを除去できる 金属を腐食する 安全性に課題がある	化学反応の効果(分解、溶解)

出典: 日本産業洗浄協議会編著「よくわかる洗浄のすべて」日刊工業新聞社(1999)。

設置条件と導入状況

装置サイズ：	数 m ² 以上 溶剤系の洗浄装置の場合に比べてリンス工程、乾燥工程の増強が必要な場合が多く、また防錆対策、排水処理対策も必要となる。その分、設置スペースが必要となる。
導入コスト：	1 千万円程度以上
ユーティリティ：	電力、水
導入状況：	中小規模以上の企業で導入されている。

取扱上の留意事項・メンテナンス

- ・ 排水処理対策が必要となる。
- ・ 鉄系などのように錆びやすい材料を用いた装置の場合は、防錆対策が必要である。

参考文献

- 1) 日本産業洗浄協議会ホームページ。
- 2) 日本産業洗浄協議会編著「よくわかる洗浄のすべて」日刊工業新聞社(1999)。
- 3) 日本産業洗浄協議会編「洗浄剤・洗浄装置活用ノート」工業調査会(2004)。
- 4) 「洗浄技術」用語辞典」日刊工業新聞社(2002)。
- 5) 「工業洗浄の技術」地人書館(1996)。
- 6) 日本産業洗浄協議会編「はじめての洗浄技術」工業調査会(2005)。

4 - 1 3 代替物質

水洗い (ウェットクリーニング)

水溶性の界面活性剤を使って汚れを落とすクリーニング方法である。

原理

「ウェットクリーニング」とは、本来は、ドライクリーニングをすべき品物を、元の外観、寸法、風合いなどを損なわないように水を使って処理する方法である。

装置と処理プロセス

水洗いを実施する場合、機械力の弱いクリーニングを行う必要がある。

そのための方法としては、例えば、

- ・手洗いする
- ・家庭用洗濯機を使う
- ・ランドリーの回転数を減らす

などがある。

本洗浄工程の負担を少なくするために、汚れのひどい部分だけを洗液でブラシ掛けすることも行われている。場合によっては、繊維を損傷しないように、手洗いや手絞りが行われることもある。

洗剤は、ウェットクリーニング専用の洗剤が使用される。

VOC 排出抑制効果

基本的に VOC の排出はない。

特徴

長所	<ul style="list-style-type: none"> ・ ドライでは落ちにくい水性の汚れや汗じみ等が落とせる。特に夏物の汗による汚れを洗い落とすには、水洗いは適している。 ・ 風合いがサラッとする。
短所	<ul style="list-style-type: none"> ・ 衣類が色出しやすい、収縮しやすい、皺になりやすい。 ・ 素材やデザインによって異なった処理・仕上げが必要なので手間がかかり、生産性が落ちる。

設置条件と導入状況

装置サイズ：	数 m ² 以上
導入コスト：	本体 500 万円程度 (業務用 25kg の場合) 本体 600 万円程度 (業務用 40kg の場合)
ユーティリティ：	電力、水
導入状況：	機械を導入しての対応は中小規模以上の企業で実施されている。 合成繊維物(ポリエステルやナイロンなど)は水洗いが可能なものが多い。

取扱上の留意事項・メンテナンス

- ・ ドライクリーニングとは異なった水洗い及び仕上げの技術が必要になる。
- ・ ビスコースレーヨンのような水に濡れるだけで大きく縮むといった水そのものによって大きく影響を受ける素材や製品は処理できない場合もある。
- ・ 物理的強度の弱い繊維に対しては、予備洗浄として、洗液に一定時間浸漬しておいて、汚れの膨潤や解膠を促して、機械的な力を節約することも可能であるが、一方で、これによって繊維が脆化したり、染料が流れ出すおそれがあるので注意が必要である。

参考文献

- 1) 「工業洗浄の技術」株式会社地人書館(1996)。
- 2) 機器メーカー等へのヒアリング。
- 3) 業界団体の情報提供およびヒアリング。

5 - 1 その他

回転霧化静電塗装機

スプレーガン先端のノズルが回転する遠心力で塗料を噴霧し、塗りパターンと塗りムラを向上させることで、塗料の使用量が削減できる技術である。

原理

エアガンの先端がエアの力で回転するようになっており、塗料はエアと共に回転し、遠心力で微粒化する。

回転数は6万回転/分程度である。



(写真の出典：機器メーカーの web サイトより)

装置と処理プロセス

通常のエアスプレーガンでは、被塗物のコーナー部を塗る際に、塗り合わせで色合いが変わるのを防ぐために切り返しが行われている。

それに対して、回転霧化塗装機では、パターン形状が円形なので、切り返しをしないで、一筆で塗ることができる。その分、オーバースプレーが削減できる。



エアスプレー (楕円パターン)

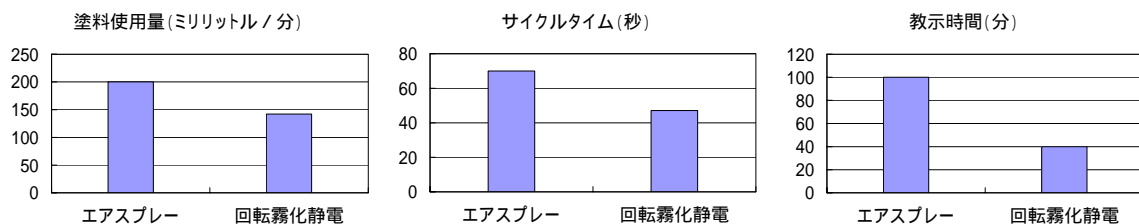


回転霧化 (丸形パターン)

(出典：機器メーカーの web サイトより)

また、塗りムラについては、従来の楕円パターンエアスプレーガンでは、塗りムラを消すために、何度も塗り重ねたり、ワーク形状に合わせた複雑なガンプレーで膜厚の均一化が図られている。

それに対して、回転霧化塗装機では、生成粒子の径が均一なので、塗り肌のムラが出にくい。そのため、塗り重ねの回数が少なく、塗料の使用量が少なくて済むという特徴がある。



エアスプレーと回転霧化静電の比較 (出典：機器メーカーの web サイトより)

ワークの形状によっては、上記のような特性が出ない場合がある。

VOC 排出抑制効果

塗料の使用量を最大 30%程度削減できる。

特徴

長所	<ul style="list-style-type: none">塗料使用量、サイクルタイムが削減できる。ロボットの教示時間も削減できる。
短所	<ul style="list-style-type: none">導電性のため、メタリックでは適用できない場合もある。

設置条件と導入状況

装置サイズ：	本体サイズ（あるメーカーの例） <ul style="list-style-type: none">荷電タイプ 465 mm非荷電タイプ 230 mm
導入コスト：	本体 300 万円程度以上
ユーティリティ：	電力、エア
導入状況：	中堅規模以上の企業で導入されている。 金属塗装全般に適用可能である。樹脂塗装に使われる場合もある。 静電塗装で使われることが多い。導電性の影響で、メタリックでは適用できない場合もある。

取扱上の留意事項・メンテナンス

- ある程度の塗装規模がないと、投資効果が出にくい。

参考文献

- 1) 機機器メーカーのパンフレット、ホームページ情報および提供情報。
- 2) 工業塗装, No.204, pp.15(2007)

愛知県揮発性有機化合物排出抑制対策推進協議会

事務局 愛知県環境部大気環境課

電話 052 - 954 - 6215